

none none none

© EPODOC / EPO

TI - OPTICAL FIBER AMPLIFIER  
PN - JP5102583 A 19930423  
PD - 1993-04-23  
PR - JP19910257794 19911004  
OPD - 1991-10-04  
PA - NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE; SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES  
IN - SHIGEMATSU MASAYUKI; HAIBARA TADASHI; TOMITA SHIGERU; NISHIMURA MASAYUKI  
EC - H01S3/067G  
IC - G01M11/00 ; G02B27/28 ; G02F1/35 ; H01S3/094 ; H01S3/10

© WPI / DERWENT

TI - Optical fibre amplifier for bidirectional signal beam - has excitation light source, signal beam amplifier and optical circulator to allow excellent measurement accuracy and dynamic range NoAbstract  
PN - JP5102583 A 19930423 DW199321 H01S3/10 006pp  
PR - JP19910257794 19911004  
OPD - 1991-10-04  
PA - (NITE ) NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORP  
- (SUME ) SUMITOMO ELECTRIC CO  
AB - J05102583  
- (Dwg.1/4)  
IC - G01M11/00 ; G02B27/28 ; G02F1/35 ; H01S3/10  
AN - 1993-170892 [21]

© PAJ / JPO

TI - OPTICAL FIBER AMPLIFIER  
PN - JP5102583 A 19930423  
PD - 1993-04-23  
PA - SUMITOMO ELECTRIC IND LTD; others: 02  
AP - JP19910257794 19911004  
IN - NISHIMURA MASAYUKI; others: 03  
AB - PURPOSE: To avoid the overlapping of ASE light with the backward scattering light by a method wherein a signal light amplifier is provided so that the second and third terminals of an optical circulator having four terminals are connected respectively to the signal light input and output ends of a signal light amplifier taking a loop shape while the first and fourth terminals are connected respectively to the incoming and outgoing ends of the signal light amplifier not through the intermediary of the signal light amplifier.  
- CONSTITUTION: The title optical fiber amplifier is equipped with an optical circulator 1 with four terminals and a signal light amplifier 2 while the first

none none none

none none none

terminal 11 and the fourth terminal 14 of the optical circulator 1 are connected respectively to the incoming end 8 and the outgoing end 9 of the signal light. On the other hand, the second and third terminals 12, 13 of the optical circulator 1 are connected respectively to the input side and the output side of the signal light amplifier 2 so as to take a loop shape. In order to make the OTDR measurement, the testing signal light can be amplified by the signal light amplifier 2 when it is passing through from the incoming end 8 to the outgoing end 9 of the optical fiber amplifier while the backward scattering light passes through from the output end 9 to the input end 8 of the optical fiber amplifier not through the intermediary of the signal light amplifier 2. Accordingly, the measurement precision shall not be deteriorated.

I - H01S3/10 ;G01M11/00 ;G02B27/28 ;G02F1/35 ;H01S3/094

none none none

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-102583

(43)公開日 平成5年(1993)4月23日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/10		Z 8934-4M		
G 0 1 M 11/00		R 8204-2G		
G 0 2 B 27/28		A 9120-2K		
G 0 2 F 1/35	5 0 1	7246-2K		
		8934-4M		
			H 0 1 S 3/094	S

審査請求 未請求 請求項の数2(全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平3-257794

(22)出願日 平成3年(1991)10月4日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 西村 正幸

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 重松 昌行

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

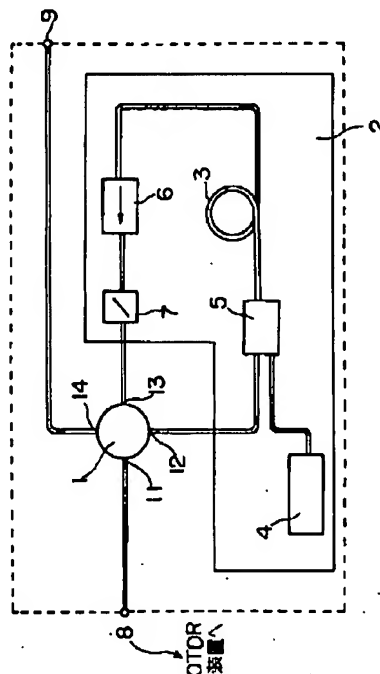
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ファイバ増幅器

## (57)【要約】

【目的】 本発明は、光伝送路に挿入されていても、その光伝送路のOTDR測定を精度よく行うことができる光ファイバ増幅器を得ることを目的とする。

【構成】 本発明の光ファイバ増幅器は4端子付き光サーキュレータ(1)と信号光増幅部(2)とを有し、光サーキュレータ(1)の第1の端子(11)は信号光の入射端(8)に、第4の端子(14)は出射端(9)に接続されている。この光ファイバ増幅器の信号光増幅部(2)は、増幅用光ファイバ(3)と、その増幅用光ファイバ(3)に励起光を入射する励起用光源(4)、さらに信号光と励起光とを合波する光合波器(5)とを備えている。この信号光増幅部(2)の信号光入力側は、光サーキュレータ(1)の第2の端子(12)に、出力側は第3の端子(13)に接続されてループ状をなしている。このため、出射端からの戻り光は信号光増幅部(2)を介さずに入射端へ戻ることができるので、OTDR測定を行う際にASE光の影響を受けることのない測定精度の優れた光ファイバ増幅器を得ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 増幅用光ファイバと、該増幅用光ファイバに励起光を注入する励起用光源と、該励起用光源から出射される励起光と入力される信号光とを合波する光合波器とを有する信号光増幅部と、

第1、第2、第3、第4の端子を有する光サーキュレータとを備え、

前記信号光増幅部は、該信号光増幅部の信号光入力側が前記光サーキュレータの第2の端子に接続され、かつ該信号光増幅部の信号光出力側が前記光サーキュレータの第3の端子に接続されてループ状をなし、

前記光サーキュレータの第1の端子は信号光の入射端に接続され、

前記光サーキュレータの第4の端子は信号光の出射端に接続されていることを特徴とする光ファイバ増幅器。

【請求項2】 前記信号光増幅部は、少なくとも1個の光アイソレータを有する請求項1記載の光ファイバ増幅器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、双方向に信号光が通過可能な、光ファイバ増幅器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図3は、従来の光ファイバ増幅器の典型的な構成例を示したものである。図示されているように、増幅用光ファイバ3と信号光の入射端8との間には、信号光と励起用光源4から出射される励起光とが合波される光合波器5が設けられ、さらに、増幅用光ファイバ3と信号光の出射端9との間には光アイソレータ6と光フィルタ7とが設けられている。

【0003】この構成では、反射による戻り光が増幅用光ファイバ3中で増幅を繰り返す、レーザ発振するのを防ぐため、一方向のみに光を通す光アイソレータ6が挿入されている。したがって信号光は入射端8から出射端9へは増幅されて通過するが、出射端9から入射端8へ信号光を逆進させることはできない。このため、光ファイバ増幅器が挿入された伝送路をOTDR (Optical Time Domain Reflectometer) を用いて試験しようとしても原理的に測定不可能である。

【0004】そこで、OTDR試験可能な光ファイバ増幅器として図4に示す構成が提案されている。図示されるように第1の増幅用光ファイバ31と信号光の入射端8との間には、信号光と第1の励起用光源41から出射される励起光とが合波される第1の光合波器51が設けられ、第1の増幅用光ファイバ31と信号光の出射端9との間には、第1、第2、第3、第4の4端子付きの光サーキュレータ1と、光フィルタ7とが設けられている。一般に光サーキュレータは、3個以上の端子を有し、例えば図4に示す第1の端子11から入力された光信号は第1の端子11と隣り合っ

て送られ、その第2の端子12からの光信号は第2の端子12と隣り合っている第3の端子13へ送られるといったように、一方向のみに光信号を送る動作をする。

【0005】この構成では、まず、入射端8から入力された信号光は、第1の光合波器51で第1の励起用光源41から出た励起光と合波され、第1の増幅用光ファイバ31で増幅される。増幅された信号光は、光サーキュレータ1の第1の端子11に入射し、第2の端子12から出射して光ファイバ増幅器の出射端9から出力される。一方、出射端9から逆進してきた信号光は、光サーキュレータ1の第2の端子12から第3の端子13へ通過し、第1の全反射端91で反射された後、第2の光合波器52で第2の励起用光源42から出た励起光と合波される。さらに、光サーキュレータ1の第3の端子13から第4の端子14へ通過し、第2の増幅用光ファイバ32で増幅され、第2の全反射端92で反射される。その後、光サーキュレータ1の第1の端子11へ出射され、第1の増幅用光ファイバ31を通過して、光ファイバ増幅器の入射端8へ出る。

【0006】上記の構成については、佐藤 他による下記の文献、「1990年電子情報通信学会 秋季全国大会、B-766」において述べられている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】図4に示す従来の光ファイバ増幅器の構成では、励起用光源、光合波器、および増幅用光ファイバを各2式必要とし、装置構成が複雑でコストが高いという問題があった。また、増幅用光ファイバ中で発生する雑音光 (ASE光) が、光ファイバ増幅器の入射端へ常に流れ出しているという問題があった。このASE光は、OTDR測定を行う場合に測定すべき後方散乱光に重畳してOTDR装置へ戻ってしまうので、測定精度上問題である。

【0008】本発明は、これらの問題を解決した光ファイバ増幅器を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の光ファイバ増幅器は、増幅用光ファイバと、増幅用光ファイバに励起光を注入する励起用光源と、励起用光源から出射される励起光と入力される信号光とを合波する光合波器とを有する信号光増幅部と、第1、第2、第3、第4の端子を有する光サーキュレータとを備え、信号光増幅部は、信号光増幅部の信号光入力側が光サーキュレータの第2の端子に接続され、かつ信号光増幅部の信号光出力側が光サーキュレータの第3の端子に接続されてループ状をなし、光サーキュレータの第1の端子は信号光の入射端に接続され、光サーキュレータの第4の端子は信号光の出射端に接続されていることを特徴とする。

【0010】なお、前述の信号光増幅部は、少なくとも1個の光アイソレータを有していてもよい。

## 【0011】

【作用】本発明によれば、信号光増幅部は4端子付き光サーキュレータの第2、第3の端子を端部とするループ状に設けられ、第1、第4の端子は信号光増幅部を介さずに、信号光の入射端、出射端にそれぞれ接続されている。したがって、増幅された信号光の出射端からの戻り光は、この信号光増幅部を通過することなく、入射端に伝送される。

【0012】また、増幅用光ファイバの後方、すなわち、信号光入射側に発生したASE光は、光サーキュレータの第2の端子から第3の端子へ通過するので、光ファイバ増幅器の入射端へは流れ込まない。さらに、増幅用光ファイバの前方、すなわち信号光出射側に発生したASE光も、光サーキュレータの第3、第4の端子を経て光ファイバ増幅器の出力側へ出射するだけである。したがって、信号光の増幅に伴い発生するASE光は、OTDR測定を行う場合に測定すべき後方散乱光に重畳することがない。

## 【0013】

【実施例】以下、添付図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0014】図1は、本発明の実施例に係る光ファイバ増幅器の構成を示したものである。図示されるように、この光ファイバ増幅器は4端子付き光サーキュレータ1と信号光増幅部2とを有し、光サーキュレータ1の第1の端子11は信号光の入射端8に、第4の端子は出射端9に接続されている。この光ファイバ増幅器の信号光増幅部2は、増幅用光ファイバ3と、その増幅用光ファイバ3に励起光を注入する励起用光源4、さらに、信号光と励起光とを合波する光合波器5とを備えている。この信号光増幅部2の信号光入力側は、光サーキュレータ1の第2の端子12に、出力側は第3の端子13に接続されてループ状をなしている。なお本実施例では増幅用光ファイバ3としてEr（エルビウム）添加光ファイバを用い、励起用光源4としては1.48μm半導体レーザーを、光合波器5としては1.48μm/1.55μm合波ファイバカプラを使用した。

【0015】上述の構成によれば、入射端8からの信号光は光サーキュレータ1の第1の端子11に入力され、さらに第2の端子12を経て信号光増幅部2へ入力される。ここで増幅された信号光は光サーキュレータ1の第3の端子13を経て第4の端子14から出力される。一方、光ファイバ増幅器の出力端9から逆進する信号光は、光サーキュレータ1の第4の端子14から、信号光増幅部2を介することなく第1の端子11へ抜け、光ファイバ増幅器の入力端8へ出射される。

【0016】次に、上述の光ファイバ増幅器についてOTDR測定を行った場合の作用について、同図を用いて説明する。

【0017】通常の通信用信号光は、光ファイバ増幅器

の入射端8から出射端9へ増幅されながら通過し、インラインアンプとして完全に動作する。OTDR測定を行う場合には、試験用信号光が光ファイバ増幅器の入射端8から出射端9へ通過するときに信号光増幅部2で増幅され、後方散乱光は光ファイバ増幅器の出力端9から入力端8へ、信号光増幅部2を介さずに通過する。このため、OTDR測定に何等支障がないだけでなく試験用信号光が増幅されるので、OTDR測定のダイナミックレンジ拡大のためにも有効である。

【0018】また、増幅用光ファイバ3の信号光入射側に発生したASE光は、光サーキュレータ1の第2の端子12から第3の端子13へ通過するので、光ファイバ増幅器の入射端8へは流れ込まない。一方、増幅用光ファイバ3の信号光出射側に発生したASE光も、光サーキュレータ1の第3、第4の端子13、14を経て、光ファイバ増幅器の出射端9へ出射するだけである。したがってOTDR測定を行う場合に、ASE光がOTDR装置へ逆進し、測定すべき後方散乱光に重畳してOTDRの測定精度を劣化させるということがない。

【0019】なお、本実施例の構成では、第2の端子12から第3の端子13に至るループ中に光アイソレータ6が接続されている。これは、増幅用光ファイバ3付近で起こる可能性のあるレーザ発振現象を防ぐためのものである。すなわち、増幅用光ファイバ3の信号光入射側に発生したASE光は、光アイソレータ6がないと光サーキュレータ1の第2、第3の端子12、13を経て増幅用光ファイバ3に再度入力され、その際にレーザ発振現象が起こりやすくなる。しかし、本構成によれば、第2、第3の端子12、13を経て増幅用光ファイバ3に入ろうとするASE光を、あらかじめ光アイソレータ6によって防ぐことができる。なお、本実施例では光アイソレータを1個用いているが、複数個用いてもよく、また、レーザ発振現象が生ずる可能性がない場合は光アイソレータを用いなくてもよい。

【0020】図2は、本発明に係る光ファイバ増幅器を、OTDR測定に用いた場合の結果を示したものである。同図(a)はその全伝送路の構成を示したものであり、ここで用いたOTDR装置の信号光波長は1.554μmである。同図(b)は測定波形図であり、光ファイバ増幅器を含む全伝送路区間の後方散乱波形が安定した形で示されていることがわかる。

【0021】なお、増幅用光ファイバの添加物質、励起光源の波長、及び光合波器の合波ファイバカプラ等は、本実施例で用いたものに限らず、使用目的に応じた変更が可能である。

## 【0022】

【発明の効果】以上説明したように本発明の光ファイバ増幅器を用いれば、増幅された信号光の出射端からの戻り光は信号光増幅部を通過することなく入射端に伝送される。また、増幅用光ファイバの前後方に発生するAS

**5**

E光も光ファイバ増幅器の入射端へは流れ込まない。

【0023】したがって、ASE光がOTDR測定を行う場合に測定すべき後方散乱光に重畳することがないため、OTDR測定を行う際のダイナミックレンジ、測定精度に優れた光ファイバ増幅器を簡単に安価な構成により得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例に係る光ファイバ増幅器の構成図である。

【図２】本発明の光ファイバ増幅器を用いたＯＴＤＲ測定結果を示す図である。

【図3】従来の光ファイバ増幅器を示す図である。

【図 4】従来の双方向通信可能な光ファイバ増幅器を示

す図である。

【符号の説明】

1…光アイソレータ

1 1…第1の端子

1 2…第2の端子

1. 3…第3の端子

1 4…第4の端子

2…信号光增幅部

### 3…増幅用光ファイバ

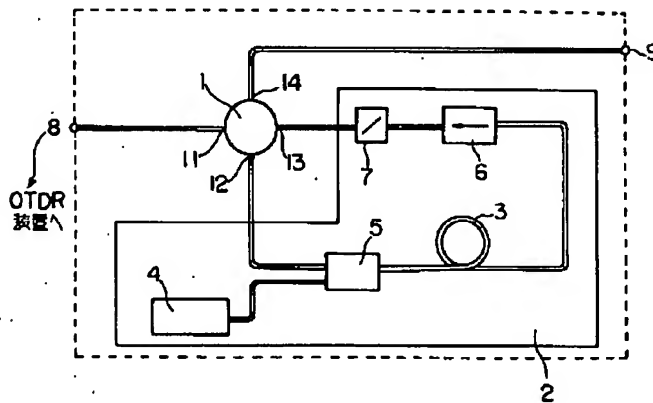
#### 4…励起用光源

## 5…光合波器

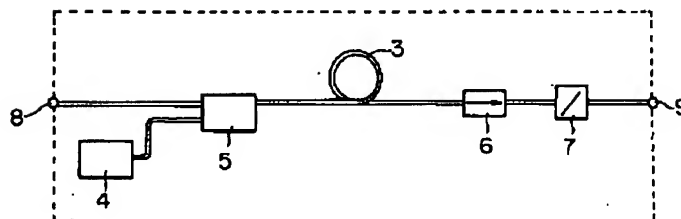
6…光アイソレータ

7…光フィルタ

【図 1】



【図 3】



(a)



—541—

(6)

特開平5-102583

(72)発明者 富田 茂

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72)発明者 灰原 正

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内